

La metodología experimental de la enseñanza de las ciencias en educación primaria



Fernando Barbasán Aparicio

Tutora

Prof. Dña. Elena Arbués

Trabajo de fin de Grado de Educación Primaria

Facultad de Educación y Psicología

Universidad de Navarra

Curso 2014-2015

“La ciencia proporciona a los alumnos las herramientas necesarias para comprender mejor el mundo que les rodea. Fomenta la curiosidad y el sentido crítico. Arroja luz sobre la relación entre los seres humanos y la naturaleza, y nos recuerda que los recursos naturales no son ilimitados. La ciencia también forma parte del mundo actual. Europa necesita científicos jóvenes”.

(Ján Figel', 2006)

ÍNDICE

RESUMEN	5
INTRODUCCIÓN.....	6

1. CAPÍTULO I. ENSEÑAR CIENCIAS

1.1. Evolución histórica de la enseñanza de las ciencias.....	9
1.2. La enseñanza de las ciencias en la legislación educativa española.....	12
1.3. Orientaciones metodológicas generales para la enseñanza de las ciencias....	17

2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 La metodología experimental en los sistemas educativos europeos.....	22
2.1.1 Sistema de evaluación.....	25
2.1.2 Iniciativas metodológicas.....	27
2.2 Preparación del profesorado.....	32

3. CAPÍTULO III. PROPUESTA

3.1 Actividades experimentales adecuadas a los contenidos.....	40
CONCLUSIONES.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

RESUMEN

Los descubrimientos científicos y tecnológicos han contribuido, en gran medida, al desarrollo de nuestra sociedad. Durante las últimas décadas, la ciencia ha evolucionado a gran velocidad; emergen nuevos avances, por lo que conviene que los ciudadanos conozcamos los fundamentos científicos de nuestra cultura y la contribución de la ciencia a su desarrollo.

Es una realidad que han aumentado los esfuerzos por acercar la ciencia al público; a ello también se está contribuyendo desde la enseñanza escolar. Este trabajo se centra en la importancia de la metodología experimental en la enseñanza de las ciencias en educación primaria. Entendemos que se debe adecuar el contenido al alumnado actual, proponiendo problemas reales, de la vida cotidiana, relevantes para el educando, haciéndoles ver la utilidad y el papel que juegan las ciencias en nuestras vidas.

Actualmente, en España, las Ciencias de la Naturaleza constituyen una asignatura troncal. Atendiendo a la metodología experimental, con la nueva ley educativa, la LOMCE, se ha dado un gran paso hacia adelante; pero detectamos que algunos bloques de contenidos están faltos de práctica experimental. Nuestra aportación se centra en proponer experiencias prácticas que puedan ayudar al profesor en su cometido de enseñanza de las Ciencias. Entendemos que esto aumentará la motivación y el interés del alumnado por las ciencias y asegurarán la interiorización y comprensión los contenidos.

Palabras clave: Metodología experimental, Ciencias de la Naturaleza, Formación del profesorado, LOMCE.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las ciencias de la naturaleza constituyen una asignatura troncal en el currículo de educación primaria; está considerada una de las cinco asignaturas más importantes de esta etapa¹. Uno de los aspectos más relevantes y necesitados de mejora en esta área es la metodología de enseñanza (Comisión Europea, 2011).

En este sentido, no podemos negar que “el profesor es un factor clave que determina el éxito o el fracaso de cualquier innovación curricular” (Campanario y Moya, 1999). Los profesores y las autoridades educativas tienden a ser conservadores a la hora de aceptar e implementar las nuevas propuestas, han adquirido cierta inercia enseñando de la misma manera y, por muchas ventajas que tengan los nuevos recursos educativos, todavía hay quien es reacio a utilizarlos.

También nos preocupamos por los escasos conocimientos de los estudiantes, su bajo rendimiento en ciencias, su falta de motivación por esta rama educativa. Ante esta realidad consideramos importante formularnos ciertas cuestiones: ¿Cómo se imparten las Ciencias de la Naturaleza en Europa? ¿Qué se les enseña y cómo? ¿Se emplea una metodología experimental? ¿Qué ejercicios prácticos se realizan? ¿Son suficientes? ¿Son efectivos, motivantes? ¿Cómo hacer para incrementar el interés y el rendimiento de los alumnos? ¿Cuáles son los objetivos didácticos? ¿Es el profesor un instructor o un educador? ¿Cómo es la interacción profesor-alumno? ¿Cómo es la formación de los profesores? ¿Y la de los formadores del profesorado? Analizaremos en este trabajo qué metodología experimental se emplea, y si está adecuada a los contenidos, criterios de evaluación, y estándares de aprendizaje evaluables del currículo.

Con nuestra experiencia en las prácticas realizadas en centros educativos durante la universidad, podemos decir que el alumno, en muchas ocasiones, aprende los contenidos de memoria, pero no los comprende. Se da por hecho que el alumno los ha entendido. Son necesarios, para que el alumno fije los contenidos y los ponga en práctica, una mayor cantidad y variedad de experimentos, guiados por el profesor y realizados por el alumno.

1 Cfr. Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), art. 9

Conviene reflexionar sobre la crisis que las ciencias vienen acusando desde las últimas décadas: ¿Por qué el profesorado tiene tan escasa formación didáctica y pedagógica? ¿De dónde viene el desinterés de los estudiantes por el aprendizaje de las mismas? (Martín, Prieto, y Lupión, 2014).

Otra cuestión a considerar es la atención a la diversidad. Cada alumno es diferente, tienen ritmos de aprendizaje distintos, y conviene, en la medida de lo posible, tratar de atender las necesidades del alumnado, partiendo de sus experiencias personales. Realmente, hay un bajo porcentaje de alumnos que entiendan el porqué de determinados aspectos físicos o la explicación de muchos fenómenos naturales; ya no solo con vistas a sus estudios de la Educación secundaria, como física o química, sino para poder comprender aspectos que les deparará la vida y su aplicación en el día a día.

En la actual ley educativa, la LOMCE, se establecen cinco bloques de contenidos para el área de ciencias naturales para los seis cursos de Primaria. Comparándola con la anterior ley, la LOE (Ley Orgánica de Educación), se apuesta por una metodología más práctica, haciéndose mayor hincapié en proyectos y experiencias sencillas sobre los contenidos. Aunque en esta área algunos bloques están faltos de objetivos y contenido práctico, se está dando un salto cualitativo en la metodología experimental: “Debido al carácter del área, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales formulados, y teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje, la actividad del aula girará en torno a la realización de actividades en las que el alumnado debe tener participación” (Real Decreto, 126/2014 LOMCE, pp.19366).

Aun considerando desde la Comisión europea que resultaría más práctico y efectivo enfocar hacia la investigación experimental la metodología de enseñanza de las ciencias, en la mayoría de las aulas de los países europeos estos métodos no se llevan a la práctica (Comisión Europea, 2006). Se siguen empleando los métodos tradicionales de enseñanza y de evaluación: exámenes orales y escritos, la evaluación del trabajo de los estudiantes en el aula y la evaluación de su trabajo por proyectos; y pocos son los países que han puesto en marcha programas de alcance nacional para abordar el bajo rendimiento en los centros escolares (Comisión Europea, 2011). Hoy en día se necesita un cambio conceptual como punto de partida.

Como futuros docentes queremos ayudar a los alumnos a adquirir un conocimiento de la realidad que partiendo de su experiencia personal (percepciones, vivencias y representaciones) se haga progresivamente más objetivo, y racional; y les proporcione instrumentos para moverse en una sociedad como la actual.

Los cuatro años de formación como futuro docente en el grado de Educación Primaria nos han hecho analizar y reflexionar sobre cómo conviene que un maestro imparta los conocimientos. Un profesor no solo debe ser sabio en materia, debe saber transmitir esos conocimientos de la mejor manera posible para que los alumnos los comprendan. Debemos transmitirles pasión por los conocimientos. Si el propio profesor no está motivado, ¿cómo van a estarlo los propios alumnos? ¿Cómo les van a transmitir esa pasión por la asignatura si no se preocupan por ver cómo va evolucionando su asignatura a medida que pasan los años? Se han de plantear actividades que resuelvan problemas reales en relación con su medio, desarrollar su curiosidad, plantear iniciativas de actuación sobre el medio, adecuar los nuevos aprendizajes a las posibilidades reales de cada alumno y de su propio interés, etc.

Este trabajo tiene como objetivo reflexionar sobre la importancia de emplear una metodología experimental adecuada, para que los alumnos puedan ver, manipular, y comprobar de forma práctica los contenidos teóricos vistos en clase. No sólo deben saber los contenidos, deben saber el por qué sucede, y ser capaces de dar una explicación. Una buena metodología experimental, desde las edades más tempranas, puede despertar a un futuro científico o a un ingeniero. Ahora más que nunca, con recursos como las TIC, podemos explicar adecuadamente los conceptos.

El trabajo se divide en tres capítulos, partiendo de lo más general para acabar en lo particular. En el primero, hablaré sobre la enseñanza de las ciencias en Europa, su evolución histórica, lo que dice la legislación en las diversas leyes de educación que se han aprobado en España, y orientaciones metodológicas de diferentes autores. En el segundo capítulo, trataré la metodología experimental en Europa, analizando diferentes posturas. Y por último, concluiré mi trabajo con una serie de experimentos básicos propuestos para cada bloque de contenidos en el currículo de primaria, y unas reflexiones finales.

CAPÍTULO I. ENSEÑAR CIENCIAS

1.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La inclusión de las ciencias en primaria ha sido una tarea ardua. Los primeros intentos de incluir las ciencias en los currículos escolares tuvieron lugar en el siglo XIX. El pionero surgió en una escuela inglesa fundada por los hermanos Charles y Elizabeth Mayo donde, utilizando el método del suizo Pestalozzi, se enseñaron las primeras lecciones sobre objetos (Mayo, 1861).

En la segunda mitad del siglo XIX, surge en Estados Unidos el movimiento conocido como *Elementary School Science* para defender la introducción de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria. El método científico como medio para la adquisición de conocimientos, junto al énfasis en el laboratorio y la experimentación, a partir de este momento, quedan para siempre incluidos entre los objetivos de cualquier proyecto de educación científica. También en Estados Unidos, a finales del siglo XIX, aparece un movimiento educativo denominado *Nature Study*, cuyo objetivo era enseñar a los niños a amar la naturaleza primando los temas biológicos frente a la física (Leymonié, 2009).

El siglo XX está marcado por el objetivo de hacer universal la educación científica en la escuela. El inglés Armtroug y posteriormente por el americano Dewey enfatizan la importancia de comenzar el estudio experimental a la edad más temprana posible, de manera que los niños puedan aprender a adquirir conocimientos con su propio esfuerzo desde el principio, convirtiendo la observación y la experimentación en hábitos.

Para evidenciar la incorporación de las ciencias y de la tecnología al currículo de la escuela primaria, Harlen toma en cuenta una investigación realizada por la UNESCO, quien sostiene que las ciencias pueden ayudar a los niños a pensar de manera lógica sobre los hechos cotidianos y a resolver problemas prácticos sencillos; las ciencias y sus aplicaciones a la tecnología pueden ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas; y que las ciencias y la tecnología son actividades socialmente útiles (Harlen, 1989).

Cabe señalar que diversas instituciones como OCDE y Comisión Europea insisten en que una sociedad donde la ciencia y la tecnología tienen cada vez un mayor desarrollo e importancia debería contar con ciudadanos que puedan tomar decisiones

fundamentadas respecto a las mismas (Comisión Europea, 2011). Nuestra sociedad precisa de ciudadanos competentes, con los conocimientos y destrezas prácticas necesarias para actuar con autonomía en diversos contextos. Por esta razón, se plantea la necesidad de una alfabetización científica para todos ellos y el desarrollo de una cultura científica.

Ha costado introducir las ciencias en nuestro currículo; pero, ahora que se imparten, ¿Cómo se han venido enseñando y cómo se hace hoy en día? ¿En qué se ha mejorado? ¿Qué pueden aportar a los estudiantes del siglo XXI?

Entre otros aspectos, hay un desempeño significativamente bajo de los niños en el dominio de las ciencias en primaria (Leymonié, 2009; Comisión Europea, 2011). También durante la década de los años 70 se producen los movimientos de renovación pedagógica, quienes aprovechando las oportunidades de la ley introducen en las aulas nuevos principios y formas de trabajar que rompen con la enseñanza tradicional.

En la actualidad, no solo se atiende a la adquisición de conocimientos teóricos del alumno, sino también al desarrollo evolutivo físico, sensorial y psíquico, al pensamiento concreto del niño de seis a doce años, a su amplia capacidad e interés por aprender a establecer relaciones afectivas con los elementos de su entorno y, también, a la necesidad de iniciarlo en el pensamiento abstracto al final de la etapa. Se van teniendo más en cuenta las experiencias indirectas, que tienen un enorme peso en la concepción personal del medio, tanto las escolares como las que no tienen su origen en la escuela (LOMCE, 2013). Se va considerando cada vez más la influencia que reciben de los diferentes medios audiovisuales y tecnológicos.

Con el paso de los años, se ha ido demostrando que las estrategias tradicionales de enseñanza de las ciencias son poco eficaces. Campanario y Moya explican que tenemos una concepción equivocada de lo que es la enseñanza: es una tarea fácil que no requiere una especial preparación, siendo el proceso de enseñanza-aprendizaje una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados; adjudicando el fracaso de la mayor parte de los alumnos a sus propias deficiencias (Campanario y Moya, 1999). Cómo enseñar de manera más eficaz es un problema abierto.

Opuesta a la instrucción tradicional, surge el aprendizaje significativo. Como bien dice Moreira, es aquel que se caracteriza por la interacción entre conocimientos

previos y conocimientos nuevos y que esa interacción es no literal y no arbitraria, es decir, cuando una persona puede incorporar los nuevos conocimientos a sus saberes previos, pudiendo aplicar nuestra propia experiencia sobre los nuevos acontecimientos que se nos plantean día a día. Para que este sea efectivo, deben darse dos condiciones: material potencialmente significativo y predisposición para aprender (Moreira, 2012). Este método exige una mayor dedicación por parte del profesor y del alumnado, una mayor atención a los aspectos motivacionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias, pero es una de las mejores vías de enseñanza.

Por lo tanto, los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional insisten en la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo en clase. Esta actividad puede consistir en tareas diversas, desde realizar experiencias hasta resolver problemas, y se concibe como una elaboración o aplicación de los conocimientos que constituya una alternativa a la simple memorización de los mismos.

En definitiva, hoy por hoy, como bien dice Acevedo, dentro de la enseñanza de las ciencias se considera importante hacerlas llegar a todos los alumnos como algo útil, relacionado con la vida real y enseñar una ciencia escolar relevante para el ciudadano, prestando gran atención a los contenidos axiológicos y actitudinales (Acevedo, 2004).

Tras haber visto cómo se han ido incluyendo las ciencias en el currículo de primaria a lo largo de los siglos XIX y XX, a continuación compararemos lo que dictan las últimas leyes de educación sobre las Ciencias de la Naturaleza en España, centrándonos en la vigente, la LOMCE.

1.2 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA LEGISLACIÓN ESPAÑOLA

Desde la primera ley de educación aprobada y promulgada durante el reinado de Isabel II en 1857, Ley de la Instrucción Pública, conocida como Ley Moyano, se han ido sucediendo diferentes leyes educativas. Nos ocuparemos únicamente de las que han estado vigentes durante la democracia.

En lo que concierne a las ciencias de la naturaleza, desde 1970, España ha convivido con muchos cambios en la educación, como corroboran las siete leyes educativas que se han aprobado desde entonces hasta la actualidad. En temas científicos, de estas siete, la columna vertebral de la educación en España la forman tres: la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), de 1990; la Ley Orgánica de Educación (LOE), de 2006; y la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), de 2013.

En 1990, con la **Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE)**, se propone un currículo con unos contenidos y orientaciones dirigidos a proporcionar a los alumnos una educación que persigue más la alfabetización científica que la formación de futuros científicos. El área de ciencias cambio su denominación clásica por *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*, apareciendo por primera vez una disciplina escolar con objetivos propios para la educación primaria que rompe con las versiones anteriores (LOGSE, 1990).

En 2006 entró en vigor la **Ley Orgánica de Educación (LOE)**. Dicha ley, al igual que la LOGSE, por el artículo 18 de la LOE, integra la educación científica en la Etapa Primaria en el área de *Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural*. Se establece como una de las áreas de la educación primaria el Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Se mantiene la misma denominación que ya la LOGSE utilizaba para esta área, sin embargo hay diferencias entre sus objetivos y contenidos.

En el currículo, el área “pretende favorecer que los estudiantes de estas edades encuentren respuestas válidas a las cuestiones que se formulan, sin olvidar que dichas respuestas han de ser coherentes con criterios científicos actualizados, superando posibles concepciones previas de escasa base científica pero con gran peso experiencial, familiarizándose así con la forma en que se construye el conocimiento científico” (LOE, 2006).

Como *propuestas de intervención*, la LOE señala las siguientes: partir del conocimiento de la realidad que tiene el niño, modificar sus esquemas de conocimientos previos, desarrollo de capacidades básicas, actividad manipulativa y reflexiva de los alumnos, atención a la diversidad del alumnado, y mantener la motivación que los niños ya tienen respecto al área.

Finalmente, en 2013, se aprueba la **Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)**. Es una ley de artículo único, no establece una ley propiamente dicha sino que modifica la anterior, la LOE: modifica determinados artículos, sesenta y cinco concretamente. Junto al nuevo artículo, aparecen dos disposiciones adicionales, dos transitorias y tres finales, que son específicas del nuevo texto.

El Real Decreto 126/2014 de la LOMCE se basa en la “potenciación del aprendizaje por competencias, integradas en los elementos curriculares para propiciar una renovación en la práctica docente y en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se proponen nuevos enfoques en el aprendizaje y evaluación, que han de suponer un importante cambio en las tareas que han de resolver los alumnos y planteamientos metodológicos innovadores” (LOMCE, 2014).

Con respecto a la LOE, en la etapa de primaria, hay cinco grandes cambios que la LOMCE realiza a favor de las Ciencias de la Naturaleza:

1. Atendiendo a la *organización de la etapa*, desaparecen los tres ciclos de primaria y la etapa consta de seis cursos, sin subdivisión en ciclos (Art. 1.9 que modifica el artículo 18 de la LOE).
2. Al gobierno le corresponde *determinar los contenidos* de las asignaturas troncales mientras las Administraciones educativas podrán “complementar los contenidos de las asignaturas troncales” y “establecer los contenidos de los bloques de asignaturas específicas y de libre configuración autonómica” (Art. 1.5 añade el artículo 6 bis a la LOE).
3. Los *elementos que integran el currículo*: objetivos, contenidos, competencias, metodología, criterios de evaluación, y *estándares de evaluación*, que son concreciones de los criterios de evaluación que permiten definir los criterios de los aprendizajes, que serán los referentes para las pruebas externas.

En cuanto a las competencias, también se introducen algunos cambios: dejan de ser 8 para ser 7 y ya no se denominan “competencias básicas”, son solo “competencias” o “competencias clave” y hay de dos tipos: dos básicas (lingüísticas y matemáticas, y ciencia y tecnología), y cinco transversales (digital, aprender a aprender, sociales y cívicas, iniciativa y emprendimiento y conciencia y expresión cultural).

4. Respecto a la *tipología de asignatura*, desaparece el área de Conocimiento del Medio, desdoblándose en dos distintas: Ciencias sociales y Ciencias de la Naturaleza, y constituyen una asignatura troncal en el currículo de educación primaria. Está considerada una de las cinco asignaturas más importantes de esta etapa (Art. 18 de la LOMCE).
5. *Las evaluaciones externas*, diseñadas por el Ministerio de Educación, Cultura, y Deporte, se realizarán en 3º y en 6º de primaria (LOMCE, 2014):

3º de primaria: *individualizada, orientada a comprobar el grado de dominio de las destrezas, capacidades, y habilidades en expresión oral y comprensión oral y escrita, cálculo y resolución de problemas, con carácter diagnóstico, realizada por los propios centros aunque diseñada por la administración* (Art. 1.12 que modifica el artículo 20 de la LOE).

6º de primaria: *individualizada, orientada a comprobar las competencias básicas y el logro de los objetivos de etapa. Común para todos los alumnos, el gobierno establecerá los criterios de evaluación y las características. Los resultados se expresarán por niveles. Se facilitará el informe individualizado a las familias, tendrá carácter orientador para los centros* (Artículo 1.13 que modifica el artículo 21 de la LOE).

Aunque la LOMCE modifica, actualiza, y mejora artículos de la pasada ley, destacamos que la LOE tiene la iniciativa de encaminar la enseñanza de las ciencias hacia una metodología más práctica. Lo podemos comprobar en estos artículos, que siguen estando vigentes en la LOMCE:

- Artículo 9. *Proceso de aprendizaje y atención individualizada*, LOE.
- Artículo 19. *Principios pedagógicos*, LOMCE.

“En esta etapa se pondrá especial énfasis en la atención a la diversidad del alumnado, en la atención individualizada, en la prevención de las dificultades de aprendizaje y en la puesta en práctica de mecanismos de refuerzo tan pronto como se detecten estas dificultades”.

- Artículo 91. *Funciones del profesorado*, LOE.

“La promoción, organización, y participación en las actividades complementarias, dentro o fuera del recinto educativo, programadas por los centros”.

Atendiendo a la metodología experimental de las ciencias, la LOMCE pretende dar un paso más hacia delante. En el Anexo I del Real Decreto 126/2014: “asignaturas troncales”, en el área de Ciencias de la Naturaleza, se verifica:

“Debido al carácter del área, los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales formulados, y teniendo en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje, la actividad del aula girará en torno a la realización de actividades en las que el alumnado debe tener participación”.

“A través del área de Ciencias de la Naturaleza los alumnos y alumnas se inician en el desarrollo de las principales estrategias de la metodología científica, tales como la capacidad de formular preguntas, identificar el problema, formular hipótesis, planificar y realizar actividades, observar, recoger y organizar la información relevante, sistematizar y analizar los resultados, sacar conclusiones y comunicarlas, trabajando de forma cooperativa y haciendo uso de forma adecuada de los materiales y herramientas”.

“... pretende desarrollar una actitud de toma de conciencia, participación y toma de decisiones argumentadas ante los grandes problemas a los que nos enfrentamos en la actualidad,...”.

“En lo que se refiere a los contenidos procedimentales, los relacionados con el «saber hacer» teórico y práctico, los alumnos y alumnas han de iniciarse en conocer y utilizar algunas de las estrategias y técnicas habituales en la actividad científica, tal como la observación, la identificación y análisis de problemas, la recogida, organización y tratamiento de datos, ...”.

“De igual forma, dada su creciente importancia, se debe iniciar a los alumnos y alumnas en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, para buscar información y para tratarla y presentarla, así como para realizar simulaciones interactivas y representar fenómenos de difícil realización experimental”.

En definitiva, se está dando un gran paso en la metodología práctica de las Ciencias de la Naturaleza, apostando por proyectos y experiencias sencillas sobre los contenidos y atendiendo a la diversidad. Como veremos más adelante, en el capítulo III, algunos de los bloques de contenidos están faltos de contenido práctico; por ello, plantearemos unas propuestas de mejora.

Una vez analizadas y comparadas las leyes educativas y comprobado su deseo por mejorar e incrementar la metodología experimental en Ciencias de la Naturaleza, damos paso a las orientaciones metodológicas que diversos autores nos brindan sobre la enseñanza de las ciencias.

1.3 ORIENTACIONES METODOLÓGICAS GENERALES PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Uno de los objetivos comunes de los sistemas educativos nacionales es la formación científica de los ciudadanos. Es por esta razón por la que, desde los primeros años de escolarización, se cursan materias de contenido científico (Gil Flores, 2014). Actualmente, frente a las metodologías investigadoras, hay una preferencia generalizada por las metodologías tradicionales en las clases de ciencias.

En nuestro país, desde las primeras etapas educativas, el currículo oficial propone que los estudiantes se impliquen en procesos de investigación, haciendo de la propia investigación un eje importante de las metodologías de enseñanza en las materias de contenido científico. El currículo oficial de Educación Primaria sugiere, como orientaciones metodológicas para la enseñanza en el área de Ciencias de la Naturaleza, permitir que los alumnos: aprendan trabajando, adquieran conocimientos respondiendo a preguntas que se formulan, planifiquen lo que se va a hacer, elaboren pequeños proyectos y los lleven a cabo, extraigan y comuniquen conclusiones (LOMCE, 2014).

A pesar de que desde ámbitos académicos se coincide en señalar que un enfoque pedagógico basado en la investigación resultaría más efectivo, la realidad en las aulas de la mayoría de los países europeos es que estos métodos no suelen llevarse a la práctica (Gil Flores, 2014; Comisión Europea 2006). Una buena metodología experimental, desde las edades más tempranas, puede despertar a un futuro científico o a un ingeniero. Ahora más que nunca, con recursos como las TIC, tenemos la posibilidad de explicar adecuadamente los conceptos y pueden verificarlos de forma práctica (MEC, 1992; Cabral Dorado y Maldonado Rivera, 2010).

Para efectuar una metodología práctica, el conocimiento científico es vital. De acuerdo Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, el profesor que no posee conocimientos de cierta profundidad sobre la materia que enseña, es un profesor inseguro, excesivamente dócil frente a los libros de texto y, consecuentemente, con serias dificultades para introducir cualquier innovación en sus clases (Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010).

Es fundamental que un profesor esté bien preparado. Una formación no suficientemente especializada en ciencias puede conducir al docente a utilizar métodos basados en la memorización y en el trabajo a partir de actividades planteadas por el

libro de texto, antes que en la observación y experimentación, que requieren mayor profundidad en la comprensión de los contenidos científicos (Comisión Europea, 2006; Gil Flores, 2014). “La formación continua de los profesores, el material didáctico, el acceso a la información y la investigación son los principales elementos que permiten el éxito de los procesos de formación en Ciencias Naturales” (Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010, pp. 566).

Del uso de enfoques metodológicos basados en la investigación derivan la motivación y el interés del alumnado. La participación en trabajos prácticos, de campo o de laboratorio, la realización de observaciones y experimentos, trabajos en grupo, tiene un efecto motivador para el alumnado de ciencias, que mayoritariamente considera este tipo de métodos como uno de los más agradables y útiles (Acevedo, 2004; Gil Flores, 2014; MEC, 1992). Especialmente en los primeros años de escolarización, un contacto positivo con las ciencias es fundamental para el desarrollo de actitudes positivas hacia este ámbito. El empleo de una metodología de enseñanza basada en la investigación permitiría hacer frente a la progresiva pérdida de interés por las ciencias.

Lograr una motivación a participar de forma consciente en el estudio de las ciencias por parte de los estudiantes entre otros, requiere que los profesores dominen su materia, tengan la capacidad de desarrollar habilidades que provoquen la argumentación en clase, transformen el lenguaje cotidiano en lenguaje científico e introduzcan a los alumnos en los lenguajes matemáticos (Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010).

Desde el punto de vista didáctico, una vía ampliamente aceptada para favorecer entre los estudiantes la construcción del conocimiento y la comprensión de la ciencia es precisamente el uso de la investigación. Una enseñanza basada en la investigación implica la observación de la realidad para formular problemas, identificar posibles alternativas para su resolución, planificar investigaciones, recoger información, construir modelos, debatir con los compañeros y elaborar argumentaciones (Gil Flores, 2014).

Es fundamental realizar Actividades cercanas a una metodología didáctica basada en la investigación, pero no sin antes estudiar los conceptos teóricos. La participación en actividades prácticas ha de basarse en conceptos científicos

previamente aprendidos, por lo que la formación recibida en las fases previas a la realización de trabajos prácticos en ciencias es de vital importancia.

Daza-Pérez, Moreno-Cárdenas, y Gil flores argumentan que las tareas procedimentales no son independientes del contenido, pues conllevan, entre otras, la aplicación de las ideas aprendidas, el cambio de algunas actitudes, experiencias novedosas, o conversaciones e interacciones socialmente mediadas entre los grupos de alumnos (Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010; Gil Flores, 2014). El abordaje de contenidos y métodos de forma separada favorece un aprendizaje memorístico, y generan apatía y desinterés al no encontrar sentido a este tipo de aprendizaje.

Frente a la instrucción tradicional, surge el aprendizaje significativo. Como bien dice Moreira, es aquel que “se caracteriza por la interacción entre conocimientos previos y conocimientos nuevos y que esa interacción es no literal y no arbitraria”, es decir, cuando una persona puede incorporar los nuevos conocimientos a sus saberes previos, pudiendo aplicar su propia experiencia a los nuevos acontecimientos que se nos plantean día a día (Moreira, 2012, pp. 30). Este método exige una mayor dedicación por parte del profesor y del alumnado, una mayor atención a los aspectos motivacionales y actitudinales de la enseñanza de las ciencias. Es una vía de enseñanza innovadora que está dejando atrás los métodos tradicionales.

Desde nuestra experiencia, podemos corroborar que la investigación realizada por el alumnado constituye un modelo didáctico al que se le atribuyen ventajas sobre los modelos de enseñanza tradicionales, en cuanto aprendizaje e interés por las ciencias.

Los enfoques alternativos a la enseñanza tradicional insisten en la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo en clase. Para ello, se pueden idear tareas diversas, desde realizar experiencias hasta resolver problemas, y se concibe como una elaboración o aplicación de los conocimientos que constituya una alternativa a la memorización simple de los mismos (Campanario y Moya, 1999; MEC, 1992). Las propuestas requieren, en general, más tiempo para desarrollar los contenidos que el que se requiere en la enseñanza tradicional. La consecuencia inmediata de esta percepción es una recomendación para reducir los programas de las asignaturas.

Una estrategia motivadora para la enseñanza de las ciencias es el *laboratorio* didáctico. Para Barolli, Laburú, y Guridi, el laboratorio es un medio para explorar la relación entre Física y realidad, siendo uno de sus objetivos identificar el grado de interés de los alumnos en la participación en actividades experimentales. Un laboratorio permite una primera aproximación cualitativa al concepto en estudio, sorprende al estudiante para motivarlo a proponer hipótesis explicativas, ilustra la articulación entre leyes y observaciones experimentales, y da la posibilidad de realizar experimentos que por un motivo u otro no podrían ser realizados por todos los alumnos (Barolli, Laburú, y Guridi, 2010). En definitiva, el laboratorio es un espacio privilegiado para que el estudiante trabaje la relación entre experimento y teoría, y es primordial que se utilice en todas las etapas educativas.

Otro recurso que posibilita una mejor adquisición por parte del alumnado de contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales son los *Museos*. Son interactivos, pues permiten relacionar información nueva con la que ya conocíamos previamente. Ofrecen espacios interesantes para la comunicación y el aprendizaje. Son escenarios de un aprendizaje informal, con un rico y apreciado entorno multisensorial (Varela Calvo y Stengler, 2004).

En la entrevista que Crespo de las Heras y Del Amo del Amo hacen a Paz Posse, directora del Departamento de Educación del Parque de las Ciencias de Granada, señalan que la enseñanza de las ciencias consiste en “fomentar esa curiosidad e interés por saber más de algo, incluso con la certeza de que pueden y deben surgir más preguntas que respuestas”. El Parque de las Ciencias es “un complemento a la actividad del aula que tiene como principal objetivo acercar a los escolares la ciencia, la tecnología y el medio ambiente de manera lúdica. Pone a disposición de los escolares y del profesorado, un recurso didáctico para reforzar el aprendizaje científico” (Crespo de las Heras y Del Amo del Amo, 2010, pp. 151).

Otra estrategia es el *trabajo en grupo*. Barolli, Laburú, y Guridi, consideran que el trabajar grupalmente es una ocasión perfecta para el desarrollo y la práctica de habilidades intelectuales, pues entre otras, favorece la discusión, incita a la búsqueda de soluciones para los problemas, promueve la conceptualización y la profundización de la comprensión de los estudiantes (Barolli, Laburú, y Guridi, 2010).

Para cumplir y llevar a cabo las competencias establecidas en la presente ley en primaria, es necesario un cambio, no solo en la metodología experimental en la que se necesita una enseñanza distinta a la tradicional, sino también en la forma de evaluación, a lo largo de todo el proceso y no al final: “poner en tensión todo su *saber* y su *saber hacer*”. Se debe proporcionar retroalimentación y ayudas necesarias hasta lograr el dominio de la competencias (Herrero Fabregat y Pastor Blázquez, 2012). Según estos dos autores, las cuatro técnicas que ejecutar para obtener información son: observación, interrogación, análisis y test. La evaluación debe darse: al inicio de la unidad; durante el proceso (formativa); y, por último, al final, obteniendo unos resultados (sumativa). Esta evaluación requiere la implicación de los alumnos en el proceso.

Consideradas las aportaciones de diferentes autores sobre hacia dónde debe enfocarse la metodología de la enseñanza de las ciencias, en el capítulo II, trataremos con mayor profundidad la metodología experimental. Nos centraremos en la metodología científica de los sistemas educativos europeos, iniciativas nacionales y reformas actuales que se están llevando acabo, y la formación de los profesores de ciencias en Europa.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1 LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL EN LOS SISTEMAS EDUCATIVOS EUROPEOS

Durante la última década se han implantado un gran número de programas y proyectos con la finalidad de incrementar el interés y la motivación de los estudiantes de primaria para aprender ciencias.

Tras consultar el libro *“La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación”*, destacaré los puntos más relevantes atendiendo a las modificaciones y reformas planteadas para estos últimos años en la metodología experimental en primaria en Europa.

Este libro es un estudio de Eurydice sobre la enseñanza de las ciencias realizado en 2010/2011 y en el que han participado todos los países de la Red Eurydice, treinta y cinco concretamente. Nos centraremos en el nivel CINE I, que corresponde a la etapa de primaria: comienza entre los cinco y siete años de edad, siendo obligatoria en todos los países y suele durar entre cinco y seis años.

Las áreas que se suelen considerar importantes y necesitadas de mejora en la enseñanza escolar son el currículo, la formación del profesorado (tanto inicial como permanente) y la metodología de enseñanza.

Entre 2005 y 2011 más de la mitad de los países europeos introdujeron reformas en sus currículos de educación primaria. En la Tabla 1 podemos ver los principales objetivos planteados en las reformas para la mejora de las Ciencias. Dichas reformas parecen contemplar distintos enfoques activos, participativos y basados en la investigación.

Para la mejora de la enseñanza de las ciencias en Europa:		
<i>Objetivos más comunes</i>	Objetivos principales de las reformas	<i>Medidas</i> que los gobiernos están tomando
<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar una imagen positiva • Mejorar el conocimiento y aumentar el interés de los alumnos por las materias de ciencias • Mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en los centros escolares 	<ul style="list-style-type: none"> • Rediseñar los planes de estudio • Introducir un enfoque basado en la investigación • Establecer un modelo de evaluación práctica válido y fiable • Dar mayor relevancia al rendimiento de los estudiantes en competencias clave como el pensamiento crítico y creativo, o la comunicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar reformas del currículo • Establecer colaboraciones entre centros escolares y empresas, científicos y centros de investigación • Poner en marcha centros científicos y otras organizaciones • Ofrecer medidas específicas de orientación para animar a elegir carreras científicas • Colaborar con las universidades para mejorar la formación inicial del profesorado • Iniciar proyectos que se centren en la formación permanente del profesorado

Tabla 1. Objetivos de las reformas

En la actualidad, la enseñanza de las ciencias se inicia como una materia integrada de carácter general en todos los países de Europa y se imparte como tal en casi todos los países durante toda la educación primaria, excepto en Dinamarca y Finlandia, donde la división de las ciencias en varias materias comienza durante el último o los dos últimos años de primaria. En muchos países este modelo continúa durante uno o dos cursos en la educación secundaria inferior. En todos los países europeos, excepto Liechtenstein y Turquía, la enseñanza de las ciencias comienza en el primer curso de primaria.

Se recomienda una enseñanza contextualizada de las ciencias para aumentar los niveles de motivación e interés. Hay que partir de las experiencias de la vida real de los

estudiantes, reorientando la comprensión de los alumnos sobre ciertos fenómenos y reemplazando sus ideas “ingenuas” por otras científicas, por medio de dos vías: el *lenguaje*, a través del debate, el diálogo y la argumentación; y la *investigación*, mediante la orientación y la experimentación.

Desde Europa, se aconseja la realización de las siguientes actividades: *Investigación y proyectos, trabajo cooperativo e individual, proyectos científicos*, el uso de las *TIC*, y a la realización de *discusiones y debates* en los que se relacionen las ciencias con los asuntos sociales del momento, incluyendo cuestiones medioambientales y filosóficas. La actividad que más a menudo se recomienda en los documentos oficiales para el nivel de primaria es la observación científica, seguida por las agrupadas bajo las categorías debates y argumentaciones y trabajo por proyectos.

Son pocos los países que ponen en marcha estrategias de carácter global: Alemania, España, Francia, Irlanda, los Países Bajos, Austria, el Reino Unido y Noruega. Los Países Bajos y Noruega tienen en común un especial énfasis en aumentar el nivel de interés de las chicas/mujeres por las ciencias. En los Países Bajos, se presta especial atención a los jóvenes procedentes de entornos inmigrantes. Finlandia contó con una estrategia nacional que finalizó en 2002. Francia es el país que cuenta con una estrategia más reciente (2011).

Actualmente, se están desarrollando estrategias para el fomento de la ciencia en Italia, Malta, Estonia, Suecia: en Malta se está desarrollando una estrategia para matemáticas, ciencias y tecnología, “Estrategia para la Enseñanza de las Ciencias”. En ausencia de estrategias globales, prácticamente todos los países han desarrollado proyectos específicos: iniciativas como las colaboraciones entre centros escolares.

2.1.1 El sistema de evaluación

En Europa se siguen empleando métodos tradicionales de evaluación: exámenes orales y escritos, la evaluación del trabajo de los estudiantes en el aula y la evaluación de su trabajo por proyectos. No hay ningún método de evaluación específicamente recomendado para las materias de ciencias y son las mismas directrices para todas las materias del currículo. Son escasos los materiales oficiales de orientación para ayudar a los profesores a evaluar las destrezas específicas de los alumnos en el área de las ciencias.

Como alternativa, se propone en el documento la evaluación formativa, la cual mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje y los resultados de los estudiantes. Evalúa no solo los conocimientos, sino también el carácter práctico y el rendimiento de los alumnos. Se recomienda combinarla con la sumativa y realizar una evaluación formativa-sumativa.

Es durante las actividades de enseñanza-aprendizaje cuando se lleva a cabo la evaluación formativa, por lo que este tipo de evaluación es una parte integral de la enseñanza. Las interacciones profesor-alumno son el centro de la evaluación formativa, en donde se produce el intercambio de información y se dialoga. El objetivo es evaluar destrezas de proceso tales como la observación, la medición, la experimentación y la investigación.

Tras varias investigaciones sobre formas alternativas de evaluación, se recomiendan la evaluación del *rendimiento*, *portafolios*, *mapas conceptuales*, *entrevistas*, *ordenadores*, *etc.* Los métodos y enfoques que se sugieren con más frecuencia en las directrices oficiales son los exámenes escritos u orales, la evaluación del trabajo de clase de los alumnos y la evaluación del trabajo por proyectos. Quince países europeos recomiendan que los profesores usen portafolios en la educación primaria; en trece países las directrices oficiales para la evaluación recomiendan la autoevaluación (o evaluación entre iguales) durante la educación obligatoria.

En la República Checa, Estonia (desde 2011), España, Eslovenia y Noruega, las directrices específicas para la evaluación de las ciencias coexisten con los requisitos generales para la evaluación del estudiante. En España, la Ley Orgánica de Educación (LOE) y los Reales Decretos de enseñanzas mínimas para la educación primaria de 2006 de ámbito nacional incluyen algunas directrices muy generales sobre la

evaluación. Estos reales decretos estipulan asimismo los criterios de evaluación para cada materia del currículo, incluyendo las materias de ciencias.

En la mitad de los países europeos analizados existen directrices específicas en la educación primaria para la evaluación del conocimiento y las destrezas de los estudiantes en ciencias. Irlanda y Malta sólo cuentan con pautas específicas para primaria. En Bélgica (Comunidad francesa), Suecia, el Reino Unido y Liechtenstein, las directrices específicas no recomiendan ningún método de evaluación en particular. Otros países únicamente cuentan con un marco general de evaluación.

Algunos países o regiones tienen pocas directrices. En Bélgica (Comunidad flamenca) y los Países Bajos, los profesores hacen un seguimiento del progreso de los estudiantes mediante una evaluación en el aula basada en planes individuales de desarrollo para cada estudiante. En Hungría, la Ley de Educación Pública establece tan solo una recomendación general para la evaluación; los procedimientos de evaluación específicos se regulan en los currículos locales de los centros.

2.1.2 Iniciativas metodológicas

Con el objetivo de incrementar el interés, el entusiasmo, y los niveles de rendimiento por las ciencias, en algunos países de Europa, se están desarrollando diferentes iniciativas nacionales:

1. *Eventos nacionales anuales.*

Suelen estar abiertos al público en general, pero están diseñados principalmente para los estudiantes y se organizan actividades específicas para ellos, con un enfoque divertido, práctico e interactivo. Se realizan en España, Francia, Malta, Polonia, y Eslovenia.

A modo de ejemplo, en España, desde 2002, tiene lugar la “*Semana de la Ciencia*”; en Francia, cada año se celebra durante la última semana de octubre la “*Fiesta de la Ciencia*” (Fête de la science); en Malta, cada año realizan un festival de una semana de duración dedicado a la ciencia y la tecnología llamado “*La Ciencia es Divertida*” (Science is Fun).

2. *Concursos y competiciones de ciencias*

Son opcionales, combinan la competición con la diversión, incrementan el interés por los temas de ciencias enseñados previamente en el centro escolar, y motivan a los estudiantes para que profundicen en su conocimiento de forma que se pueda dedicar más tiempo a las actividades experimentales.

Como competiciones Europeas, tenemos las *Olimpiadas*, el *Concurso de la Unión Europea para Jóvenes Científicos*, y la *Competición de Ciencias de la Unión Europea*.

3. *Actividades extracurriculares*

En siete países, las autoridades educativas recomiendan que los centros ofrezcan actividades relacionadas con las ciencias fuera del horario lectivo. En todos los países se reconoce el derecho de los centros educativos a ofertar actividades fuera del horario lectivo.

En Estonia, Eslovenia, Finlandia y Noruega complementan el currículo de ciencias y ayudan a los alumnos alcanzar los objetivos establecidos; en Bélgica y

Turquía, además de servir de refuerzo, ofrecen una oportunidad para desarrollar enfoques de aprendizaje basado en la investigación para los estudiantes; en Lituania, tienen un tercer objetivo, que es motivar a los estudiantes para que aprendan ciencias.

En Polonia, se ofrecen clases de ciencias fuera del horario lectivo en el marco del programa “*La Academia del Alumno –Proyectos Matemático-Científicos en Centros de Secundaria Inferior*”; en el Reino Unido, Inglaterra, el programa de *Clubs Extraescolares de Ciencias e Ingeniería* (ASSEC); los *clubs de ciencias* se ofertan en Francia, Letonia, Malta, Austria, Polonia, Portugal, Rumanía y el Reino Unido.

4. Colaboraciones entre centros de ciencias

Dos tercios de los países pertenecientes a Eurydice cuentan con instituciones análogas dedicadas al fomento de la enseñanza de las ciencias: *empresas privadas e instituciones de educación superior, museos o centros de ciencias, y universidades*. Implican el desarrollo de actividades o proyectos de cooperación en los que participan profesores y estudiantes, de una parte, y agentes del campo de las ciencias ajenos al centro, de otra. Es beneficioso tanto para las empresas como para los estudiantes.

Durante los últimos cinco años cerca de dos tercias partes de los países europeos han desarrollado programas, proyectos e iniciativas para fomentar el establecimiento de colaboraciones a nivel de centro educativo en el campo de las ciencias: en España, el Programa “*Ciencia Viva*” durante los últimos veinte años; o en la República Checa, *STARTTECH –Comienza con la Técnica*, el programa de “*la Universidad de los Niños*”.

En Irlanda, España, Polonia, y Suecia existen centros dedicados a la promoción de la enseñanza de las ciencias que se encuentran en las *instituciones de educación superior* o colaboran estrechamente con ellas: en España, a nivel regional, el Centro de Investigación para la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas; en Suecia existen tres: el Centro Nacional para la Biología y la Biotecnología en las Escuelas, el Centro Nacional de Recursos para los Profesores de Química, y el Centro Nacional para la Enseñanza de la Física.

En República Checa, Estonia, Francia, Grecia, Lituania, España, Polonia, Países Bajos, Eslovenia, y Reino Unido (Escocia), los *museos de ciencias y los centros*

científicos organizan programas y actividades para incentivar el interés de los alumnos por las ciencias.

En España, el *Museo Nacional de Ciencia y Tecnología* (MUNCYT), el *Parque de las Ciencias de Valencia*, etc; en Reino Unido (Escocia) cuenta con cuatro centros de ciencias: el *Centro de Ciencias de Glasgow* (Glasgow Science Centre), “*Nuestra Tierra Dinámica*” (Our Dynamic Earth), “*Sensación*” (Sensation) y “*Satrosphere*”. Juntos forman la Red escocesa de Centros de Ciencias (SSCN).

5. Medidas de apoyo para los docentes en la evaluación en el aula

La mayoría de países o regiones europeas (excepto Bélgica –Comunidad flamenca–, Italia, Hungría, Suecia, Islandia y Liechtenstein) ofrecen una serie de medidas de apoyo para ayudar a los profesores a evaluar a los estudiantes en el aula, pero muy pocas son específicas para las ciencias.: Letonia ofrece ayuda específica, con el proyecto online “*Ciencias y Matemáticas*”; Polonia, el programa “*Evaluación Formativa*” (Ocenianie kszt³tuj¹ce); en Estonia, el Centro Nacional de Exámenes y Calificaciones publica un manual especial para la evaluación; etc.

6. Programas de formación del profesorado

Se abordan temas como: el conocimiento y la capacidad para impartir el currículo oficial de ciencias y matemáticas, la creación de una amplia gama de situaciones de aprendizaje y la aplicación de distintas técnicas didácticas, el aprendizaje colaborativo o por proyectos, así como el aprendizaje basado en la investigación o en problemas, etc.

Se aconseja recoger con mayor frecuencia otros tópicos como el tratamiento de la diversidad, es decir, enseñar a una variedad de estudiantes con diferentes capacidades teniendo en cuenta los distintos intereses de chicos y chicas.

7. Libros de texto

En ningún país existen pautas específicas para los autores de los libros de texto de ciencias, por lo que en países como Lituania, Irlanda, o Francia, se están realizando estudios para analizar la idoneidad de los mismos, para armonizar los planes de estudio, y establecer un elemento de evaluación práctico que complemente la evaluación escrita de los exámenes.

8. *Material didáctico*

Países como Noruega, Francia, Alemania, Letonia, o Reino Unido desarrollan materiales didácticos para promover el aprendizaje por investigación, como “*Main à la pâte*” (Francia), “*Sonnentaler*” (Alemania), o la Página web creada por el “*Programa Triple de Apoyo a las Ciencias*” (Reino Unido). Ofrecen a profesores y centros educativos material organizado de forma análoga y de manera totalmente gratuita.

9. *Agrupamiento por nivel de capacidad*

Trece países, entre ellos España, sugieren que se debe agrupar a los estudiantes por niveles de capacidad en las materias de ciencias, pero se les debe impartir los mismos contenidos en el nivel de primaria. Malta es el único país donde los estudiantes pueden ser agrupados según su nivel de capacidad y donde, como resultado, se les enseñan contenidos diferentes de la materia.

10. *Medidas de apoyo para los alumnos con bajo rendimiento*

El apoyo en ciencias se integra en los países dentro del marco de apoyo general para alumnos con dificultades en cualquier materia. Hay *muy pocas iniciativas específicas para ciencias en el nivel escolar*. Únicamente dos países han definido objetivos nacionales para abordar el bajo rendimiento en ciencias: Lituania y Países Bajos. Otros dos, Francia y Polonia, cuentan con iniciativas específicas para ofrecer apoyo a los estudiantes con dificultades en ciencias.

Las medidas de apoyo más comunes son: enseñanza diferenciada, la atención individualizada, el aprendizaje entre iguales, las tutorías y el agrupamiento por niveles de capacidad.

Cinco países han puesto en marcha programas nacionales dirigidos al alumnado con bajo rendimiento educativo en todas las materias, incluyendo las ciencias: Bulgaria, Alemania, España, Francia, y Polonia.

A modo de ejemplo, en Bulgaria, dentro del programa nacional “Cuidando a Cada Alumno”, se encuentra el módulo “*Brindar formación adicional para que los*

alumnos mejoren su nivel de rendimiento”; en España, todos los centros escolares deben contar con un “*plan de atención a la diversidad*” en su plan educativo.

11. Acciones de apoyo para el alumnado de altas capacidades

Son actividades con carácter extraescolar y se llevan a cabo durante las pausas lectivas, después de la jornada escolar o durante las vacaciones escolares.

Nueve países europeos dedican una especial atención a los alumnos con altas capacidades en las materias científicas, aunque solo Dinamarca, España y el Reino Unido (Inglaterra, Gales e Irlanda del Norte) cuentan con directrices o normativa específicas sobre apoyo para alumnos de altas capacidades.

Conocidos los datos de la metodología experimental en los sistemas educativos europeos, las nuevas propuestas y reformas de los currículos de diferentes países, en el próximo apartado analizaremos cómo es actualmente la formación del profesorado de ciencias de primaria en Europa.

2.2 PREPARACIÓN DEL PROFESORADO

Uno de los temas más destacados en las reformas educativas de Europa en el área de Ciencias es la formación del profesorado. Parece que la preocupación inicial de los profesores de enseñanza en España es deficiente en algunos aspectos. Durante las últimas décadas se han sucedido diferentes reformas como consecuencia del deseo de la Comisión Europea por igualar los modelos de formación del profesorado en Europa (Comisión Europea, 2006; Ancheta Arrabal, 2007).

La formación inicial del profesorado continúa centrada en el currículo. Se limita a seguir el programa, centrado principalmente en el conocimiento y la capacidad para impartir el currículo oficial de matemáticas y ciencias, dejando de lado la investigación. Se aborda con menos frecuencia una formación basada en la realización de proyectos, métodos de aprendizaje por investigación o por resolución de problemas, atención a la diversidad, etc. (Comisión Europea, 2011).

Esteve asegura que en Europa hay una inminente necesidad por cambiar la formación inicial y continua del profesorado de ciencias (Esteve, 2002). El problema principal de la formación del profesorado es la construcción de un modelo eficaz que abarque los contenidos científicos, didácticos y profesionales, respondiendo a las necesidades del profesorado de primaria (Hernández Abenza, 2001; Comisión Europea 2011; García Barros, Martínez Losada, Vega, y Mondelo, 2000).

Como bien dice Climent I Giner, lo primero que deberíamos preguntarnos es: ¿Quién decide los contenidos? Profesores de universidad, políticos, editorialistas, personas “expertas en didáctica” que en muchas ocasiones no tienen la experiencia que dicen tener... ¿Quién debería establecerlos? Profesores con experiencia y éxito, profesores dedicados a la investigación de la formación del profesorado de ciencias, ex-alumnos con capacidad crítica y de análisis, etc. (Climent I Giner, 2006).

La formación del profesorado ha ido evolucionando. A la vez que progresan los sistemas educativos, emergen nuevas exigencias para los profesores. Dejando de lado el papel de instructor de hace 30 años, en la actualidad el maestro realiza también otras funciones, como la de asesoramiento, actuando como un psicólogo personal. El futuro docente debe conocer, asumir, e integrar las competencias necesarias para su formación: la calidad de la educación futura está en sus manos.

Según Comisión Europea, un buen profesor de ciencias “debe conocer en profundidad los conceptos y las teorías científicas y recibir una formación en trabajo experimental en un laboratorio o en otro lugar; debe dominar las áreas más amplias de la psicología, de la pedagogía y de la didáctica, así como poseer la metodología y la competencia pedagógica necesarias para trabajar en el aula” (Comisión Europea, 2006, pp. 9). “La formación del profesorado representa la principal conexión entre las teorías y la práctica de la enseñanza, y desempeñan un papel fundamental a la hora de transmitir ideas no sólo sobre lo que conviene enseñar, sino acerca de cómo enseñar” (Comisión Europea, 2006, pp. 77).

Para algunos autores, el profesor de ciencias de educación primaria es aquel agente educativo que forma a los futuros ciudadanos para generar un cambio en la sociedad (Martín, Prieto, y Lupón, 2014), conociendo tanto la materia como la didáctica, siendo autónomo, reflexivo, e investigador (García Barros, Martínez Losada, Vega, y Mondelo, 2000, pp. 163). Debe conocer y reflexionar sobre: “conocimiento en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, formación en un marco de Ciencia-Tecnología-Sociedad, diagnóstico de las características de los alumno, planificación de la acción en el aula, construcción del conocimiento, técnicas de dinámica de grupos, el papel en trabajos prácticos, en resolución de problemas y resto de actividades propuestas, la acción en el aula: investigación y evaluación, y la toma de decisiones en la planificación y en la acción después de la evaluación del proceso” (Hernández Abenza, 2001, pp. 2).

Clement I Giner argumenta que los profesores de ciencias no están suficientemente formados. Desde la universidad, se imparten contenidos obligatorios, muchas veces irrelevantes e innecesarios que debemos aceptar; se aprenden técnicas para aprobar exámenes en vez de aprender a pensar crítica y científicamente, a reflexionar sobre la investigación, a encontrar respuesta a sus interrogantes, etc. Uno de los objetivos del docente *es saber*, pero éste es inútil sin un *saber hacer*. En muchas ocasiones se enseñan unos contenidos pero no se dan pautas de cómo impartirlos. En el futuro, esto llevará a que los alumnos formulen preguntas ajenas al libro de texto que los docentes no sepan responder (Clement I Giner, 2006).

En las propuestas descritas en el currículo actual se plantean problemas cotidianos que afectan a la humanidad, pero no se dan pautas para resolverlas (Martín,

Prieto, y Lupión, 2014). Dentro de la didáctica de la formación del profesorado conviene enseñar ejemplos metodológicos de cómo llevarlos a cabo. Por otra parte, las calificaciones sobre los contenidos priman sobre las de la experiencia en investigación educativa, en gran parte de los centros de Europa (Comisión Europea, 2006). En la formación del profesorado debe evaluarse también la práctica.

Es aconsejable que un docente de ciencias domine ciertas habilidades y competencias específicas de las ciencias. Atendiendo a la relación entre la práctica docente y los conceptos teóricos, por un lado, son muy pocos los conocimientos que los profesores poseen sobre los contenidos; por otro, en cuanto al dominio de la práctica, se les examina sobre la capacidad de impartir contenidos teóricos matemáticos y científicos, para ver si alcanzan el nivel adecuado, sin tener en cuenta la metodología y la puesta en práctica, es decir, como plantear problemas, demostraciones de experimentos, organización del aula, trabajo experimental, etc. (Varela Calvo y Stengler, 2004).

En España, al igual que en la mitad de los países europeos, en la formación inicial del profesorado en primaria se imparten conceptos y teorías científicas, historia y epistemología de las ciencias, pero en materia de experimentación e investigación científica (trabajo de laboratorio, trabajos relacionados con proyectos científicos, y actividades prácticas sin determinar), no hay formación para el profesorado (comisión Europea, 2006).

Varela Calvo y Stengler (2004) apunta que es esencial preparar al estudiante para la intervención docente: los contenidos van orientados a adquirir y desarrollar en el futuro profesor actitudes, aptitudes, habilidades y técnicas adecuadas para impartir su docencia. La formación inicial actual carece, en más de la mitad de los países de Europa, de técnicas de programación, aprendizaje de metodologías prácticas, y modos de relacionarse con los alumnos (Varela Calvo y Stengler, 2004). Estos dos autores, al igual que Esteve, sostienen que el periodo de la formación inicial no es suficiente para que el futuro docente se identifique con su papel profesional, y que la gran mayoría aprenderán por ensayo y error a lo largo de sus primeros años docentes (Esteve, 2002).

Otros aspectos a tener en cuenta sobre la formación del profesorado son:

En primer lugar, los responsables de la formación específica inicial del profesorado de ciencias de educación primaria. En la mayoría de países europeos, a estos formadores se les exige un título a nivel de Master. En España, como apunta Comisión Europea, tanto en la cualificación en ciencias como en la pedagógica, no hay normas o recomendaciones, simplemente se exige un grado o licenciatura. Es más, en muy pocos países europeos se exige experiencia profesional en el campo de la investigación educativa (Comisión Europea, 2006).

En segundo lugar, las prácticas que se realizan a lo largo de la formación inicial. En España se ofertan muy pocas. Según el título QTS (*Qualified Teacher Status*), las prácticas de formación inicial de los estudiantes para los no licenciados de cuatro años, deben tener una duración total de 32 semanas (Ancheta Arrabal, 2007). En Reino Unido, dedican 22 semanas a las prácticas de la formación inicial y se complementan con sesiones prácticas en el mismo college (Blasco Jiménez, 1989).

Durante los periodos de prácticas que realiza un estudiante a lo largo de su grado, a los formadores que apoyan, supervisan, y orientan a estos futuros docentes no se les exige formación. En España, esta situación depende de cada comunidad autónoma: salvo en alguna que es recomendada u obligatoria, en la mayoría no se exige nada. Estos formadores deberían recibir una formación específica, para estar cualificados y poder proporcionar la ayuda correcta al estudiante. “En Estonia, por ejemplo, los miembros del personal que supervisan a los futuros profesores durante la fase final de prácticas en un centro deben poseer, al menos, cinco años de experiencia y haber realizado un curso especializado diseñado para los que desempeñan esta función” (Comisión Europea, 2006, pp. 30; Climent I Giner, 2006).

Me parece interesante lo que en algunos países llaman la “*fase final de prácticas en un centro escolar*”. Es un periodo obligatorio de transición entre la formación inicial de profesorado y el pleno ejercicio de la formación docente, el cual pone el punto y final a la formación del docente. Los futuros docentes, sin tener aún el certificado que le acredite como profesor, realizan en un entorno laboral las tareas de un profesor titulado durante un periodo de tiempo considerable, bajo la supervisión, apoyo, y evaluación de sus competencias pedagógicas (Comisión Europea, 2006).

Y en tercer lugar, es fundamental para un maestro tener una formación permanente basada en la investigación. No puede quedarse estancado en los conocimientos adquiridos en la universidad o en los primeros años de docencia. Debe formarse continuamente, conociendo los avances, recursos y nuevos métodos que se utilizan en la investigación, para poder enseñar de la manera más eficaz posible. Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas exponen que es urgente fortificar e incrementar la formación continua y la investigación del profesorado: utilizar nuevas vías de enseñanza, buscar nuevos problemas de aprendizaje, etc. (Campanario y Moya, 1999; Daza-Pérez y Moreno-Cárdenas, 2010).

Una competencia que conviene incluir en el currículo de los grados de educación, para la formación de los docentes, es la *Educación para el Desarrollo Sostenible* (EDS): “una educación basada en la solidaridad, que contribuya a superar la tendencia a orientar el comportamiento de la ciudadanía en función de intereses particulares a corto plazo, que favorezca una correcta percepción de los graves problemas interconectados a los que se enfrenta la humanidad, genere actitudes y comportamientos responsables y prepare para la toma de decisiones fundamentadas dirigidas al logro de un futuro sostenible” (Vilches y Gil Pérez, 2013, pp. 751). Debe impartirse de manera *transversal*. Cada vez más universidades los incluyen en su currículo.

Investigaciones sobre la formación de los profesores han conducido al descubrimiento de nuevas vías para la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de nuevas habilidades pedagógicas y de evaluación para el aula, nuevos modelos científicos, etc. (Comisión Europea, 2011). Actualmente, contamos con variadas iniciativas para mejorar e incrementar las competencias del profesorado en su formación inicial, como son (Comisión Europea 2006; García Rovira y Angulo Delgado, 2003):

- Aplicaciones informáticas, gran recurso para el aprendizaje científico.
- Proyectos científicos: suelen estar en el currículo de la formación del profesorado y según Comisión Europea (2006), casi la mitad de los sistemas educativos de Europa los incluyen.
- Discusiones sobre problemas actuales de la sociedad y búsqueda de información.
- Realizar trabajos de forma experimental; presentación y comunicación de la información: dialogar, discutir y comunicar lo que se hace en la educación

científica: cambiar impresiones, comprender a partir de otro, busquen información, etc.

- Generar un clima agradable en un contexto interactivo que enlace la práctica en clase con las discusiones con los formadores y profesores implicados en la investigación.

De entre estas iniciativas, queremos destacar la gran apuesta por los proyectos científicos. Éstos despiertan el interés del estudiante por la ciencia e implican trabajo de experimentación o de otro tipo, se realizan en un laboratorio o en otro lugar, tiene carácter de investigación, y pueden realizarse de manera individual o grupal. En 2006, tan solo tres países (Dinamarca, Letonia, y Rumanía) evalúan el trabajo relacionado con proyectos científicos con criterios de evaluación normalizados en primaria (Comisión Europea, 2006, pp. 49). En la actualidad, cada vez en más países se evalúan competencias prácticas, capacidad para procesar datos, razonamiento científico, etc.

Como conclusión, parece necesario modificar la formación inicial y continua del profesorado de ciencias. El papel del docente ha evolucionado y se debe promover un modelo eficaz que abarque los contenidos científicos, didácticos y profesionales. Por otro lado, en el currículo de formación del profesorado se están planteando y desarrollando variadas iniciativas y proyectos que están mejorando la enseñanza de las ciencias.

Exponemos algunos de los aspectos a mejorar en el currículo de la formación inicial de los futuros docentes (Esteve, 2002; comisión Europea 2011; Varela Calvo y Stengler, 2004; Comisión Europea, 2011; Martín, Prieto, y Lupión, 2014; Vilches y Gil Pérez, 2013; Campanario y Moya, 1999):

- ❖ Intentar, en la medida de lo posible, dar a cada alumno una atención y educación personalizada.
- ❖ Impartir una formación que haga frente a los nuevos problemas de la actualidad. Para ello, hay que adaptar los contenidos y los enfoques de la formación inicial, para enseñar a los profesores cómo responder ante las nuevas demandas que la sociedad actual exige.
- ❖ Dar pautas para guiar la metodología.

- ❖ Para relacionar la ciencia con los problemas de los estudiantes se debe partir de sus problemas socio-científicos; han de ser problemas reales que les afecten, intereses particulares, para favorecer la comprensión y trascendencia,
- ❖ El profesorado debe transformarse para poder resolver sus dudas utilizando la vía experimental.
- ❖ Eliminar las ideas de “sentido común”. Antes de enseñar contenidos científicos, como punto de partida es de suma importancia identificar, extraer y erradicar las concepciones erróneas, para contribuir a la construcción del nuevo conocimiento del profesorado.
- ❖ “Aprender a enseñar ejerciendo un control sobre sus propios aprendizajes, de manera que alcancen el nivel de autonomía que les permita tomar decisiones conscientes e informadas” (García Rovira y Angulo Delgado, 2003, pp. 39).
- ❖ “Favorecer el diálogo en el aula, suscitar el análisis crítico y la reflexión de ideas personales, desarrollar actitudes positivas hacia la enseñanza de las ciencias y hacia la investigación de las mismas” (García Barros, Martínez Losada, Vega, y Mondelo, 2000, pp. 156).
- ❖ Considerar la emigración como un punto fuerte. Ayudar en el proceso de socialización planteando situaciones complejas que puedan surgir en el aula, tener la capacidad de asumirlas, y saber resolverlas.
- ❖ Erradicar la creencia generalizada de que lo único que se necesita para dar clase es el dominio de los contenidos, y el resto, se va aprendiendo con el tiempo. Son necesarios aprendizajes prácticos y experimentales.
- ❖ Enfoque descriptivo en lugar del modélico: dejando de lado el “profesor modelo”, se analizan y describen sus actuaciones, con el objetivo de identificar su estilo de actuación.
- ❖ Saber los puntos fuertes y débiles de cada uno, cómo organizar la clase, establecer un sistema de comunicación e interacción en el aula, saber adaptarse a las situaciones, saber adaptar los contenidos, etc.
- ❖ Necesidad de desarrollar la capacidad de los profesores para criticar, adaptar y diseñar materiales que potencien su orientación hacia la investigación.
- ❖ Importancia de las experiencias prácticas como determinante fundamental de las nuevas concepciones y prácticas de los futuros profesores de ciencias.

Habiendo visto y reflexionado sobre la formación del profesor de ciencias de primaria en Europa, damos paso al tercer y último capítulo. En él comenzaremos comparando los bloques de contenidos de la vigente ley, la LOMCE, para concluir proponiendo una serie de experimentos por bloque como mejora de la actividad experimental.

CAPÍTULO III. PROPUESTA

3.1 ACTIVIDADES EXPERIMENTALES ADECUADAS A LOS CONTENIDOS

Como hemos señalado, en la ley actual, la LOMCE, se apuesta por una metodología más práctica, incluyendo proyectos y experiencias sencillas en los contenidos.

Para el área de Ciencias de la Naturaleza se establecen cinco bloques de contenidos para los seis cursos de Primaria, reduciendo en número los siete bloques de la LOE, concretamente los bloques cuatro y cinco. En la vigente ley, aunque algunos bloques están faltos de objetivos y contenido práctico, se está dando un salto cualitativo en la metodología experimental.

BLOQUES	LOE	Bloque 1.- El entorno y su conservación Bloque 2.- La diversidad de los seres vivos Bloque 3.- La salud y el desarrollo personal Bloque 4.- Personas, culturas y organización social Bloque 5.- Cambios en el tiempo Bloque 6.- Materia y energía Bloque 7.- Objetos, máquinas, y tecnologías
	LOMCE	Bloque 1.- Iniciación a la actividad científica Bloque 2.- El ser humano y la salud Bloque 3.- Los seres vivos Bloque 4.- Materia y energía Bloque 5.- La tecnología, objetos, y máquina

Tabla 2. Bloques de contenidos de la LOE y de la LOMCE

Atendiendo a los bloques de la LOMCE, destacamos los siguientes puntos:

En primer lugar, se ha incrementado la cantidad de actividades experimentales y se destaca su importancia.

En segundo lugar, destacar la importancia del *Bloque 1: “Iniciación a la actividad científica”*. Es una introducción al resto de los bloques, mostrando y destacando la importancia que tiene la actividad experimental en las Ciencias de la Naturaleza.

En tercer lugar, en el *Bloque 2: “El ser humano y la salud”* y el *Bloque 3: “Los seres vivos”*, es escaso el contenido práctico y experimental. Al ser una asignatura troncal, es al gobierno a quien le corresponde determinar los contenidos. Convendría ampliar su peso experimental.

Mi **propuesta** consiste en tratar de aportar experiencias prácticas a los contenidos de la ley, de modo que se garantice un mínimo de actividad experimental, para asegurarnos que se realiza en el aula, y de esta manera puedan ser evaluables.

Planteo varios ejercicios por bloque, excepto para el BLOQUE 1, pues se trata de una introducción para los demás bloques. Iré variando la complejidad de cada uno de ellos dependiendo del curso en que lo realicen: los dividiré en dos grados de dificultad, de seis a ocho años, y de nueve a doce años.





Me basaré en los *estándares de aprendizaje evaluables*, que se derivan de los contenidos, para la propuesta de los experimentos. Dichos estándares evalúan las capacidades expresadas en los criterios de evaluación y muestran las competencias que el alumnado debe seguir.

En las tablas siguientes señalamos los experimentos que proponemos, referidos a unos estándares y contenidos.

BLOQUE 2.- El ser humano y la salud

No hay contenidos ni estándares de aprendizaje evaluables que tengan en cuenta experiencias prácticas.

Proponemos, a modo de ejemplo, actividades prácticas para contenidos que no poseen parte experimental:

<i>Contenidos que <u>no</u> incorporan experiencias prácticas</i>	
Estándares de aprendizaje evaluables	Contenidos
2.2. <i>Identifica las principales características de los aparatos <u>respiratorio</u>, <u>digestivo</u>, locomotor, circulatorio y excretor, y explica las principales funciones.</i>	Función de nutrición.
<div> Construcción del <i>aparato digestivo con plastilina</i> (6-8 años) http://primariaexperimentos.blogspot.com.es/2011/10/el-aparato-digestivo-con-plastilina.html</div> <div> Experimento: cómo hacer <i>pulmones con botellas</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=dVDaqtgE6EU</div> <div> Experimento: <i>cómo un cigarro afecta a tus pulmones</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=ztNYkXQII18</div> <div> Maqueta del <i>aparato digestivo</i> (9-12 años) http://mayyel.blogspot.com.es/2014/05/aparato-digestivo-maqueta.html</div>	

<p>3.7. <u>Conoce y utiliza técnicas de primeros auxilios, en situaciones simuladas y reales.</u></p>	<p>Conocimiento de actuaciones básicas de primeros auxilios.</p>
<p>✚ Primeros auxilios: <i>video y experiencia práctica</i> de RCP (6-8 años)</p> <p>http://lapildoritadospuntocero.blogspot.com.es/2013/10/primeros-auxilios-en-el-cole-ensenando.html</p> <p>✚ El <i>juego</i> de los primeros auxilios de la cruz roja (6-8 años)</p> <p>http://www.cruzroja.es/cre/2006_7_FR/matcurfad/juegoppaa/</p> <p>✚ Video: como <i>salvar un niño en caso de atragantamiento</i> y posterior realización de la <i>simulación</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=co_9rTsvErg</p>	

Tabla 3. Actividades prácticas propuestas para el Bloque 2





BLOQUE 3.- Los seres vivos

No hay contenidos que tengan en cuenta experiencias prácticas. Únicamente dos estándares de aprendizaje evaluables fomentan la práctica experimental:

4.2. Usa la lupa y otros medios tecnológicos en los diferentes trabajos que realiza.

4.3. Manifiesta una cierta precisión y rigor en la observación y en la elaboración de los trabajos.

Proponemos, a modo de ejemplo, actividades prácticas para contenidos que no poseen parte experimental:

<i>Contenidos que <u>no</u> incorporan experiencias prácticas</i>	
Estándares de aprendizaje evaluables	Contenidos
<i>1.2. Identifica y describe la estructura de los seres vivos: <u>células</u>, tejidos, órganos, aparatos y sistemas, identificando las principales características y funciones de cada uno de ellos.</i>	Organización interna de los seres vivos.
<div> Maqueta de una <i>célula</i> (9-12 años) http://cosquillitasenlapanza2011.blogspot.com.es/2012/05/maqueta-de-una-celula-paso-paso.html</div> <div> Maqueta de una <i>célula vegetal</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=C_5yK16ta7o</div> <div> Maqueta de una <i>célula animal</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=BgfnfUExlw</div> <div> Maqueta de una <i>célula animal y vegetal</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=HzI8pJ7Zv8s https://www.youtube.com/watch?v=8A6yf6GWMW4</div>	

<p>2.6. Explica la importancia de la <i>fotosíntesis</i> para la vida en la Tierra.</p>	<p>Las plantas: la fotosíntesis y su importancia para la vida en la tierra.</p>
<p>✚ Experimento: <i>fotosíntesis</i> (6-8 años)</p> <p>https://sites.google.com/site/experimentossencillos/animales-y-plantas/fotosintesis</p> <p>✚ Experimento: <i>las plantas beben</i> (6-8 años)</p> <p>https://sites.google.com/site/experimentossencillos/animales-y-plantas/las-plantas-beben</p> <p>✚ Experimento: <i>las plantas crecen</i> (6-8 años)</p> <p>https://sites.google.com/site/experimentossencillos/animales-y-plantas/las-plantas-crecen</p>	
<p>3.5. Observa e identifica diferentes hábitats de los seres vivos.</p>	<p>La biosfera, diferentes hábitats de los seres vivos.</p>
<p>✚ Experimento: <i>ciclo del agua</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=SBrLHlqUGqY</p> <p>✚ Experimento: <i>biosfera</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=vPa2R3N7OLI</p>	

Tabla 4. Actividades prácticas propuestas para el Bloque 3

BLOQUE 4.- Materia y energía

Los contenidos que tienen en cuenta experiencias prácticas son:

- *Planificación y realización de experiencias diversas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante la luz, el sonido, el calor, la humedad y la electricidad.*
- *Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.*

Estándares de aprendizaje evaluables:

4.1. Planifica y realiza sencillas experiencias y predice cambios en el movimiento, en la forma o en el estado de los cuerpos por efecto de las fuerzas o de las aportaciones de energía, comunicando el proceso seguido y el resultado obtenido.

4.5. Realiza experiencias sencillas para separar los componentes de una mezcla mediante: destilación, filtración, evaporación o disolución, comunicando de forma oral y escrita el proceso seguido y el resultado obtenido.

5.2. Separa los componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución.

5.5. Investiga a través de la realización de experiencias sencillas sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia: planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, extrayendo conclusiones, comunicando resultados, manifestando competencia en cada una de las fases, así como en el conocimiento de las leyes básicas que rigen los fenómenos estudiados.

5.6. Investiga a través de la realización de experiencias sencillas para acercarse al conocimiento de las leyes básicas que rigen fenómenos, como la reflexión de la luz, la transmisión de la corriente eléctrica, el cambio de estado, las reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación.

Criterios de evaluación:

4. Planificar y realizar sencillas investigaciones para estudiar el comportamiento de los cuerpos ante la luz, la electricidad, el magnetismo, el calor o el sonido.

5. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos y químicos de la materia.

Proponemos, a modo de ejemplo, actividades prácticas para contenidos que no poseen parte experimental:

Contenidos que <u>no</u> incorporan experiencias prácticas	
Estándares de aprendizaje evaluables	Contenidos
2.3. <i>Identifica y explica las principales características de la <u>flotabilidad en un medio líquido</u>.</i>	Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.
<p>✚ Experimento: <i>densidad</i> (6-8 años)</p> <p>https://sites.google.com/site/experimentossencillos/materia/densidad</p> <p>✚ Experimento: <i>flotabilidad</i> (9-12 años)</p> <p>https://sites.google.com/site/experimentossencillos/materia/diferencia-flotabilidad-y-densidad</p>	
4.5. <i>Realiza <u>experiencias sencillas</u> para separar los componentes de una mezcla mediante: destilación, filtración, <u>evaporación</u> o disolución, comunicando de forma oral y escrita el proceso seguido y el resultado obtenido</i>	Separación de componentes de una mezcla mediante destilación, filtración, evaporación o disolución
<p>✚ Experimento: <i>evaporización del agua de mar</i> (6-8 años)</p> <p>http://educaconbigbang.com/2013/08/experimento-con-agua-de-mar-evaporacion/</p>	

<p>✚ Experimento: <i>solidificación</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=fWwVyq_xhxc</p> <p>✚ Experimento: <i>evaporización del alcohol</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=YRRw5ccNMNg</p> <p>✚ Experimento: <i>vasos comunicantes</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=UVddwIBfWss</p>	
<p>5.3. <i>Observa de manera sistemática, aprecia y explica los efectos del calor en el aumento de temperatura y dilatación de algunos materiales.</i></p>	<p>Reacciones químicas: la combustión, la oxidación y la fermentación</p>
<p>✚ Experimento: <i>el globo que no explota</i> (6-8 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=0SETN_0OS80</p> <p>✚ Experimento: <i>¿Por qué una lata da saltitos cuando se calienta?</i> (6-8 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=L05p0z_c8Mw</p> <p>✚ Experimento: <i>cómo hacer un huevo botar</i> (6-8 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=4VfnF9IWV_s</p> <p>✚ Experimento: <i>dilatación de metales</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=HO-USkXYMGY</p> <p>✚ Experimento: <i>hinchar un globo por la evaporización del agua</i> (9-12 años)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=cAoHAecKbYA</p>	

Tabla 5. Actividades prácticas propuestas para el Bloque 4

BLOQUE 5.- Tecnología, objetos, y máquinas

Los contenidos que tienen en cuenta experiencias prácticas son:

- *Construcción de estructuras sencillas que cumplan una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas.*

Estándares de aprendizaje evaluables:

2.1. Construye alguna estructura sencilla que cumpla una función o condición para resolver un problema a partir de piezas moduladas, (escalera, puente, tobogán, etc.)

3.1. Observa e identifica los elementos de un circuito eléctrico y construye uno.

4.1. Elabora un informe como técnica para el registro de un plan de trabajo, comunicando de forma oral y escrita las conclusiones.

4.4. Efectúa búsquedas guiadas de información en la red.

4.6. Utiliza algunos recursos a su alcance proporcionados por las tecnologías de la información para comunicarse y colaborar.

Criterios de evaluación:

2. Planificar la construcción de objetos y aparatos con una finalidad previa, utilizando fuentes energéticas, operadores y materiales apropiados, realizando el trabajo individual y en equipo, y proporcionando información sobre que estrategias se han empleado.

4. Realizar experiencias sencillas y pequeñas investigaciones sobre diferentes fenómenos físicos de la materia.

Proponemos, a modo de ejemplo, actividades prácticas para contenidos que no poseen parte experimental:

Contenidos que <u>no</u> incorporan experiencias prácticas	
Estándares de aprendizaje evaluables	Contenidos
3.5. Conoce y explica algunos de los grandes descubrimientos e inventos de la humanidad.	La ciencia: presente y futuro de la sociedad.
<p>✚ Experimento: Cómo hacer el <i>motor más simple del mundo</i> (6-8 años) https://www.youtube.com/watch?v=xbCN3EnYfWU</p> <p>✚ Experimento: cómo hacer un <i>teléfono con dos vasos de plástico</i> (6-8 años) https://www.youtube.com/watch?v=yTmqLZcgusk</p> <p>✚ Experimento: cómo fabricar un <i>coche eléctrico</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=VTS0hbFVQkM</p> <p>✚ Experimento: cómo fabricar un <i>circuito eléctrico básico</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=EbDB3gDF_tc</p> <p>✚ Experimento: cómo fabricar una <i>linterna</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=YVxDsq0ZiP0</p>	
4.3. Conoce y explica algunos de los <u>avances de la ciencia</u> en: el hogar y la vida cotidiana, la medicina, la cultura y el ocio, el arte, la música, el cine y el deporte y las tecnologías de la información y la comunicación.	Importantes descubrimientos e inventos.
<p>✚ Experimento: <i>avión de papel</i> (6-8 años) https://explorable.com/es/experimento-del-avion-de-papel</p> <p>✚ Experimento: cómo fabricar unos <i>un reloj de arena</i> (6-8 años) https://www.youtube.com/watch?v=8a3VxnKyqGY</p> <p>✚ Experimento: cómo fabricar unos <i>amplificadores</i> (9-12 años) https://www.youtube.com/watch?v=Es5sLMz1FaQ</p>	

Tabla 6. Actividades prácticas propuestas para el Bloque 5

CONCLUSIONES

Es un hecho que la ciencia constituye una realidad indispensable para comprender el mundo que nos rodea. En este trabajo hemos destacado como la contribución a la formación científica de los ciudadanos es un objetivo común de los sistemas educativos nacionales, y nos hemos referido a la importancia que para lograrlo tiene el diseño del currículo, la metodología utilizada en la práctica docente y la formación del profesorado implicado.

En cuanto a las dos primeras cuestiones, el currículo y la metodología docente, concluimos lo siguiente:

En primer lugar, con la nueva ley educativa implantada en 2013, la LOMCE, se da un salto de calidad en la metodología de enseñanza. Se apuesta por una metodología más práctica, experimental, investigativa, contextualizada, y significativa, incluyendo proyectos y experiencias sencillas en los contenidos, potenciando el trabajo en grupo, utilizando herramientas manipulativas y experimentales, realizando diversas actividades en las que el alumno participa de manera activa, en el aula o fuera de ella, etc.

En segundo lugar, se han implantado un gran número de programas y proyectos con la finalidad de incrementar el interés y la motivación de los estudiantes de primaria para aprender ciencias, como eventos nacionales anuales, concursos y competiciones de ciencias, o actividades extracurriculares como museos.

En tercer lugar, la evaluación sumativa debe combinarse con la formativa, valorándose también el proceso. Se están tomando medidas para ello, utilizando diferentes métodos, como portafolios, mapas conceptuales, o entrevistas.

Por último, aunque algunos bloques están faltos de objetivos y contenido práctico, se está introduciendo una mayor cantidad de carga experimental. Nuestra propuesta ha consistido, precisamente, en aportar actividades prácticas a estos contenidos carentes de ellos. Proponemos también que quizá se podría añadir a todos los bloques un nuevo contenido: “Realización en clase de experimentos guiados por el profesor”; en criterios de evaluación: “Realizar con éxito en clase experimentos en clase guiados por el profesor”; y en los estándares de aprendizaje evaluables: “Realiza y

comprende satisfactoriamente los experimentos y proyectos llevados a cabo en clase y guiados por el profesor”.

Respecto a la formación del profesorado, consideramos que es un factor importante del que depende, en gran medida, la manera en que se enseñan las ciencias en los centros escolares.

Conviene atender a la formación inicial y continua del profesorado de ciencias. Considerando, además, los cambios que se están produciendo tanto en las características del alumnado actual (inmigración, problemáticas familiares, trastornos de aprendizaje, déficits, etc.) como en la metodología de enseñanza, también sería necesaria una formación continua y permanente, basada en la investigación, una vez concluida la formación inicial.

Para que la formación inicial del profesorado en ciencias sea la adecuada, consideramos la conveniencia de:

- ✓ Incrementar el número de semanas dedicadas a prácticas realizadas en colegios.
- ✓ Mejorar la formación del personal docente que apoya, supervisa, y orienta a estos futuros docentes durante las prácticas.
- ✓ Implantar la llamada *“fase final de prácticas en un centro escolar”*, periodo obligatorio de transición entre la formación inicial de profesorado y el pleno ejercicio de la formación docente, el cual pone el punto y final a la formación del docente.

En definitiva, se necesita un cambio de mentalidad por parte de los profesores de ciencias y una reforma de la formación inicial y permanente del personal docente para estar abiertos a las nuevas iniciativas y proyectos que, desde Europa, pretenden mejorar e incrementar la metodología experimental en educación primaria. Llevarlo a la práctica, sin duda, propiciará una mejora cualitativa en la enseñanza de las ciencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-16.
- Ancheta Arrabal, A. (2007). La formación inicial del profesorado de educación infantil en Italia, Reino Unido, y España: una perspectiva comparada. *Revista Española de Educación Comparada*, 13, 219-251.
- Barolli, E., Laburú, C. A., y V. M. Guridi (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88-110.
- Blasco Jiménez, R. (1989). La formación del profesorado en Inglaterra: una visita de estudio. *Revista Interuniversitaria de la Formación del Profesorado*, 4, 111-128.
- Cabral Dorado, R. y J. L. Maldonado Rivera (2010). Enseñanza de las ciencias físicas a estudiantes de primaria y secundaria por medio de sencillos talleres científicos. *Latin-American Journal of Physics Education*. 4(2), 415-421.
- Campanario, J. M. y A. Moya (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas campanario. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Climet I Giner, D. (2006). La formación del profesorado de ciencias. *Revista electrónica de la Asociación de Inspectores de Educación de España*. Disponible en: http://www.adide.org/revista/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=30 (Accedido: marzo 2015).
- Comisión Europea (2006). *La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa. Políticas e investigación*. Bruselas: EURYDICE.
- Comisión Europea (2011). *La enseñanza de las ciencias en Europa. Políticas nacionales, prácticas e investigación*. Bruselas: EURYDICE.

- Crespo de las Heras, S. y M. C. Del Amo del Amo (2010). Paz Posee, el aprendizaje lúdico de las ciencias. *CEE Participación Educativa*. 15, 151-157.
- Daza-Pérez, E. P. y J. A. Moreno-Cárdenas (2010). El pensamiento del profesor de ciencias en ejercicio. Concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 549-568.
- Esteve, J. M. (2002). La formación de profesores en Europa: hacia un nuevo modelo de formación. *La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)*, 1-36. Disponible en: http://www.oei.es/docentes/articulos/formacion_profesores_europa_esteve.pdf (Accedido: marzo 2015).
- Figel, J. (2006). Prólogo, en Comisión Europea, *La enseñanza de las ciencias en los centros escolares de Europa. Políticas e investigación*. Bruselas: EURYDICE.
- García Barros, S., Martínez losada, C., Vega, P. y M. Mondelo (2000). Propuesta de intervención para la formación inicial del profesorado de educación primaria en ciencias experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 38, 153-165.
- García Rovira, P. y F. Angulo Delgado (2003). Un modelo didáctico para la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias. *Revista electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 37-49. Disponible en: http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1241537378.pdf (Accedido: febrero 2015).
- Gil Flores, J. (2014). Metodologías didácticas empleadas en las clases de ciencias y su contribución a la explicación del rendimiento. *Revista de Educación*, 366, 190-214. Disponible en: http://www.mecd.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2014/366/366_8.html. (Accedido: febrero 2015).
- Harlen, W. (1989). *Enseñanza y aprendizaje de las Ciencias*. Madrid: MORATA.

- Hernández Abenza, L. (2001). Una perspectiva integradora de los contenidos de formación inicial del profesorado de educación primaria desde la óptica de la didáctica de las ciencias. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 4(1), 1-8. Disponible en: <http://web.archive.org/web/20041221200824/www.aufop.org/publica/reifp/articulo.asp?pid=206&docid=1047> (Accedido: marzo 2015).
- Herrero Fabregat, C. y M. M. Pastor Blázquez (2012). La evaluación continua de las competencias en Ciencias Sociales en el título de Maestro de Educación Primaria. *Revista de Investigación en Educación*, 10(1), 30-44.
- Ley Orgánica 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE). (BOE núm. 238, de 4 octubre de 1990).
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). (BOE núm. 106, de 4 mayo 2006).
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). (BOE núm. 295, 10 de diciembre de 2013).
- Leymonié, J. (2009). *Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales*. Santiago de Chile: OREALC/UNESCO y LLECE.
- Martín, C., Prieto, T., y T. Lupión (2014). Profesorado de ciencias en formación inicial ante la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias: ¿Perfil innovador o tradicional? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación de Profesorado*, 17 (1), 149-163. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.17.1.1.80811> (Accedido: marzo 2015).
- Mayo, E. (1861). *Lessons on objects*. London: Serley, Jackson and Halliday.
- MEC (1992). Área de conocimiento del medio. Madrid: Ministerio de ciencia y educación.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es el aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56.

Real Decreto 1513/2006, de 7 de diciembre, por la que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria (BOE núm. 293, de 8 de diciembre de 2006).

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. (BOE núm. 52, de 1 de marzo de 2014).

Varela Calvo, C. y E. Stengler (2004). Los museos interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(1), 32-47.

Vilches, A. y D. Gil Pérez (2013). La ciencia de la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 749-762.